

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 15 mai 2001 (15.05.01)	
Demande internationale no PCT/FR00/02491	Référence du dossier du déposant ou du mandataire BCT000087
Date du dépôt international (jour/mois/année) 08 septembre 2000 (08.09.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 13 septembre 1999 (13.09.99)
Déposant TORTELIER, Patrick etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

28 mars 2001 (28.03.01)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé Kiwa Mpay no de téléphone: (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

REC'D 17 APR 2002

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire 828L PCT 535	POUR SUITE À DONNER	Voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)
Demande internationale n° PCT/FR 01/ 02491	Date du dépôt international (jour/mois/année) 30/07/2001	Date de priorité (jour/mois/année) 28/07/2000
Classification internationale des brevets (CIB) ou classification nationale et CIB G01B9/02		
Déposant PHOTONETICS et al.		

RECEIVED

JUL 09 2002

Technology Center 2100

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 2 feuilles, y comprise la présente feuille de couverture.
- ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).


Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:
- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée quant à la nouveauté l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☐ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

RECEIVED

SEP 11 2002

Technology Center 2600

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire international 26/02/2002	Date d'achèvement du présent rapport 10/04/2002
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international  Office Européen des Brevets D-80298 Munich Tel. (+49-89) 2399-0, Tx: 523656 epmu d Fax: (+49-89) 2399-4465	Fonctionnaire autorisé TREPP E A Tel. (+49-89) 2399 2828



THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Base du rapport

Le présent rapport d'examen préliminaire international se base sur la demande telle que déposée initialement.

V. Déclaration motivée selon la règle 66.2.a (ii) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle

A la lumière des documents cités dans le rapport de recherche internationale, il est considéré que l'invention telle que définie dans les revendications répond aux critères énoncés à l'article 33.1 PCT, c'est-à-dire qu'elle est nouvelle, qu'elle implique une activité inventive et qu'elle est susceptible d'application industrielle.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

101070854
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

RECEIVED
JUN 27 2002
Technology Center 2100

Applicant's or agent's file reference BCT000087	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/02491	International filing date (day/month/year) 08 September 2000 (08.09.00)	Priority date (day/month/year) 13 September 1999 (13.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04L 25/03, 1/00		RECEIVED SEP 11 2002
Applicant FRANCE TELECOM		Technology Center 2600

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 28 March 2001 (28.03.01)	Date of completion of this report 20 November 2001 (20.11.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR00/02491

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☒ the international application as originally filed.
- ☐ the description, pages 1-28, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☐ the claims, Nos. 1,2, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☐ the drawings, sheets/fig 1/8-8/8, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/FR 00/02491

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-2	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-2	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-2	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

The invention relates to a method for combined decoding and equalizing of a digital signal protected by a trellis code and transmitted by packets over a radio channel.

Prior art:

EP-A-0 858 196 (D1) describes a device wherein the channel decoding operation is integrated into the equalization operation. Said device includes means for vector regrouping of sequences of a number of successive observations of the received coded signal and means for probabilistic processing of vectors in order to select decoded vectors that have maximum probability values.

Invention:

The method according to Claim 1 is based on the fact that the coding/modulation process and the multiple-path channel transmission process can be likened to a cascading of an external code and an internal code (the channel), each consisting of a storage device represented by a trellis; the cascading thus corresponds to the combination of trellises ("super-trellis").

The idea of the invention is to use only the trellis of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the encoder channel for the combined decoding/equalizing operation; the number of states of the trellis is independent of the number of states of the modulation and the length of the channel.

In accordance with the features of Claim 1, after maximum likelihood estimation of each current bit, the branch metric of the trellis is calculated by backtracking through the successive states, and the error propagation process is inhibited during backtracking by storing S survivors in each node and by updating each survivor in the following moment. The final survivor with the smallest metric is determined and the sequence of bits is read by backtracking through successive nodes of the trellis.

None of the documents cited in the search report discloses or suggests such a sequence of calculation steps and Claim 1 thus meets the requirements of PCT Article 33.

Claim 2 is dependent on Claim 1 and therefore also meets, as such, the PCT requirements of novelty and inventive step.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR 00/02491

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the relevant prior art disclosed in document D1 has not been indicated in the description, nor has this document been cited.
2. The features in the claims have not been given reference signs in parentheses (PCT Rule 6.2(b)).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire BCT000087	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° PCT/FR 00/ 02491	Date du dépôt international(jour/mois/année) 08/09/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 13/09/1999
Déposant FRANCE TELECOM		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.



Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.



la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :



contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.



déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.



La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.



La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.



Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant



le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des **dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°



suggérée par le déposant.



parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.



parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2b _____



Aucune des figures n'est à publier.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04L25/03 H04L1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 858 196 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 12 août 1998 (1998-08-12) abrégé page 3, ligne 15 -page 4, ligne 49 ---	1
A	EP 0 758 167 A (FRANCE TELECOM) 12 février 1997 (1997-02-12) abrégé figure 5 page 4, ligne 1 - ligne 40 ---	1,2
A	EP 0 889 612 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 7 janvier 1999 (1999-01-07) abrégé page 2, ligne 26 - ligne 52 figures 1,3 page 3, ligne 14 -page 4, ligne 44 --- -/--	1,2

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 octobre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/10/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Langinieux, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>RYUJI KOHNO ET AL: "AN AUTOMATIC EQUALIZER INCLUDING A VITERBI DECODER FOR TRELLIS CODED MODULATION SYSTEM" INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH & SIGNAL PROCESSING. ICASSP, US, NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 14, 1989, pages 1368-1371, XP000090356 abrégé * section 2 * * section 3 *</p>	1
A	<p>HASHIMOTO T: "A LIST-TYPE REDUCED-CONSTRAINT GENERALIZATION OF THE VITERBI ALGORITHM" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 33, no. 6, 1 novembre 1987 (1987-11-01), pages 866-876, XP000575317 ISSN: 0018-9448 cité dans la demande le document en entier</p>	1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02491

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0858196 A	12-08-1998	FR 2759229 A AU 5288798 A WO 9835475 A	07-08-1998 13-08-1998 13-08-1998
EP 0758167 A	12-02-1997	FR 2737824 A	14-02-1997
EP 0889612 A	07-01-1999	US 5872817 A JP 11150481 A	16-02-1999 02-06-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. :

U.S. National Serial No. :

Filed :

PCT International Application No. : PCT/FR00/02491

VERIFICATION OF A TRANSLATION

I, Susan POTTS BA ACIS

Director to RWS Group plc, of Europa House, Marsham Way, Gerrards Cross, Buckinghamshire, England declare:

That the translator responsible for the attached translation is knowledgeable in the French language in which the below identified international application was filed, and that, to the best of RWS Group plc knowledge and belief, the English translation of the international application No. PCT/FR00/02491 is a true and complete translation of the above identified international application as filed.

I hereby declare that all the statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the patent application issued thereon.

Date: February 14, 2002

Signature of Director :



For and on behalf of RWS Group plc

Post Office Address :

Europa House, Marsham Way,
Gerrards Cross, Buckinghamshire,
England.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITÉ DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

REC'D 22 NOV 2001



WFO PCT

Référence du dossier du déposant ou du mandataire BCT000087	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/02491	Date du dépôt international (jour/mois/année) 08/09/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 13/09/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H04L25/03		
Déposant FRANCE TELECOM et al.		

- Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
- Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

- Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:
 - I ☒ Base du rapport
 - II ☐ Priorité
 - III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
 - IV ☐ Absence d'unité de l'invention
 - V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
 - VI ☐ Certains documents cités
 - VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
 - VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 28/03/2001	Date d'achèvement du présent rapport 20.11.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Cretaine, P N° de téléphone +49 89 2399 8828 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/FR00/02491

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17))*):

Description, pages:

1-28 version initiale

Revendications, N°:

1,2 version initiale

Dessins, feuilles:

1/8-8/8 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/02491

- ☐ de la description, pages :
☐ des revendications, n°s :
☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications

**2. Citations et explications
voir feuille séparée**

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Concernant le point V

Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

L'invention concerne un procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code à treillis et transmis par paquets sur un canal radio.

Etat de la technique:

EP-A-0 858 196 (= D1) décrit un dispositif dans lequel l'opération de décodage de canal est intégrée dans l'opération d'égalisation. Il comprends des moyens de regroupement en vecteur de séquences de plusieurs observations successives du signal codé reçu et des moyens de traitement probabilistiques des vecteurs pour sélectionner des vecteurs décodés présentant des valeurs de probabilité maximum.

Invention:

Le procédé selon la revendication 1 utilise le fait que l'on peut assimiler le processus de codage/modulation et le processus de transmission par un canal à trajets multiples à une mise en cascade d'un code externe et d'un code interne (le canal), chacun constitué par un dispositif à mémoire représenté par un treillis, la mise en cascade correspondant ainsi à la combinaison des treillis ("super-treillis").

L'idée de l'invention est de n'utiliser pour l'opération conjointe de décodage/égalisation que le treillis du codeur canal, dont le nombre d'états est indépendant du nombre d'états de la modulation et de la longueur du canal.

Conformément aux caractéristiques de la revendication 1, après estimation de chaque bit courant au sens du maximum de vraisemblance, la métrique de branche du treillis est calculée par remontée des états successifs et le processus de propagation d'erreur est inhibé au cours de la remontée par mémorisation au niveau de chaque noeud de S survivants et par une mise à jour de chaque survivant à l'instant suivant. Le survivant final de plus petite métrique est déterminé et la séquence de bits est lue par remontée des noeuds successifs du treillis.

Aucun document cité dans le rapport de recherche ne divulgue ou suggère une telle

THIS PAGE BLANK (USPTO)

séquence d'étapes de calcul et la revendication 1 remplit donc les conditions de l'article 33 PCT.

La revendication 2 dépend de la revendication 1 et satisfait donc également, en tant que telle, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.

Concernant le point VII

Irrégularités dans la demande internationale

1. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans le document D1 et ne cite pas ce document.
2. Les caractéristiques figurant dans les revendications ne comportent pas de signes de référence mis entre parenthèses (règle 6.2 b) PCT).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)


Référence du dossier du déposant ou du mandataire BCT000087	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/02491	Date du dépôt international (jour/mois/année) 08/09/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 13/09/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H04L25/03		
Déposant FRANCE TELECOM et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 28/03/2001	Date d'achèvement du présent rapport 20.11.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Cretaine, P N° de téléphone +49 89 2399 8828



THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/FR00/02491

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les éléments de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

Description, pages:

1-28 version initiale

Revendications, N°:

1,2 version initiale

Dessins, feuilles:

1/8-8/8 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

THIS PAGE BLANK (0104910)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/02491

- ☐ de la description, pages :
☐ des revendications, n°s :
☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-2 Non : Revendications

**2. Citations et explications
voir feuille séparée**

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Concernant le point V

Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

L'invention concerne un procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code à treillis et transmis par paquets sur un canal radio.

Etat de la technique:

EP-A-0 858 196 (= D1) décrit un dispositif dans lequel l'opération de décodage de canal est intégrée dans l'opération d'égalisation. Il comprends des moyens de regroupement en vecteur de séquences de plusieurs observations successives du signal codé reçu et des moyens de traitement probabilistiques des vecteurs pour sélectionner des vecteurs décodés présentant des valeurs de probabilité maximum.

Invention:

Le procédé selon la revendication 1 utilise le fait que l'on peut assimiler le processus de codage/modulation et le processus de transmission par un canal à trajets multiples à une mise en cascade d'un code externe et d'un code interne (le canal), chacun constitué par un dispositif à mémoire représenté par un treillis, la mise en cascade correspondant ainsi à la combinaison des treillis ("super-treillis").

L'idée de l'invention est de n'utiliser pour l'opération conjointe de décodage/égalisation que le treillis du codeur canal, dont le nombre d'états est indépendant du nombre d'états de la modulation et de la longueur du canal.

Conformément aux caractéristiques de la revendication 1, après estimation de chaque bit courant au sens du maximum de vraisemblance, la métrique de branche du treillis est calculée par remontée des états successifs et le processus de propagation d'erreur est inhibé au cours de la remontée par mémorisation au niveau de chaque noeud de S survivants et par une mise à jour de chaque survivant à l'instant suivant. Le survivant final de plus petite métrique est déterminé et la séquence de bits est lue par remontée des noeuds successifs du treillis.

Aucun document cité dans le rapport de recherche ne divulgue ou suggère une telle

THIS PAGE BLANK (USPTO)

séquence d'étapes de calcul et la revendication 1 remplit donc les conditions de l'article 33 PCT.

La revendication 2 dépend de la revendication 1 et satisfait donc également, en tant que telle, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.

Concernant le point VII**Irrégularités dans la demande internationale**

1. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans le document D1 et ne cite pas ce document.
2. Les caractéristiques figurant dans les revendications ne comportent pas de signes de référence mis entre parenthèses (règle 6.2 b) PCT).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 mars 2001 (22.03.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/20861 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷:

H04L 25/03, 1/00

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/02491

(22) Date de dépôt international:

8 septembre 2000 (08.09.2000)

(25) Langue de dépôt:

français

(26) Langue de publication:

français

(30) Données relatives à la priorité:

99/11411 13 septembre 1999 (13.09.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US):
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

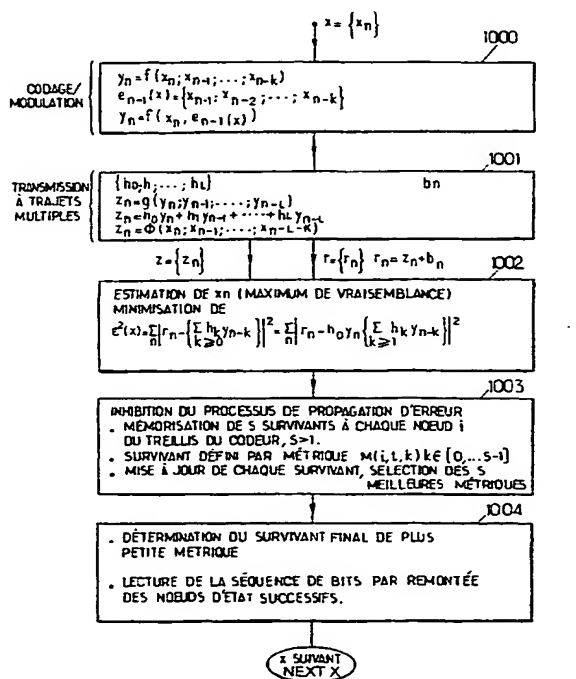
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): **TORTE-
LIER, Patrick** [FR/FR]; 66, rue de Paris, F-92110 Clichy
(FR). **VISOZ, Raphaël** [FR/FR]; 33, rue Danton, F-92130
Issy-les-Moulineaux (FR).

(74) Mandataires: **FRECHEDE, Michel** etc.; Cabinet
Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09
(FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR JOINT DECODING AND EQUALISING OF A DIGITAL SIGNAL PROTECTED BY A TRELLIS-
DEFINED CODE

(54) Titre: PROCEDE DE DECODAGE ET D'EGALISATION CONJOINTE D'UN SIGNAL NUMERIQUE PROTEGE PAR UN
CODE DEFINI PAR UN TREILLIS



1000...CODING/MODULATION
1001...MULTIPATH TRANSMISSION
1002...ESTIMATING x_n (MAXIMUM LIKELIHOOD) MINIMISING...
1003...INHIBITION OF ERROR PROPAGATING PROCESS...STORING S SURVIVORS AT EACH NODE i
OF THE ENCODING TRELLIS, $S > 1$...SURVIVOR DEFINED BY METRIC...UPDATING EACH
SURVIVOR, SELECTING S BEST METRICS
1004...DETERMINING THE FINAL SURVIVOR OF THE LEAST METRIC...READING THE BIT
SEQUENCE BY BACKTRACKING THROUGH SUCCESSIVE STATE NODES

(57) Abstract: The invention concerns a method for jointly de-
coding and equalising a digital signal protected by a trellis-defined
code and transmitted through a channel. The method consists in
carrying out a maximum likelihood estimate of each current bit x_n
by minimising the quadratic error between the observed symbol V_n
and the current symbol in the channel output z_n , the quadratic error
being calculated (1002) from the set of observed symbols based on
the branch metric of the last transition $e_{n-1}(x) \rightarrow e_n(x)$ according to
the relationship (I); wherein k represents the rank of the coefficients
of transverse filtering introduced by the radioelectric channel. The
branch metric is calculated by backtracking through the successive
states and the error propagating process is inhibited (1003) while
backtracking through the successive states by storing at each node
 S survivors and by updating each survivor at the next time. The final
survivor of the least metric is determined (1004) and the sequence
of bits is read by backtracking through the successive nodes. The
invention is applicable to ATM radio transmission.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé de décodage et
d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un
code défini par un treillis et transmis par un canal. Le procédé
consiste à estimer chaque bit courant x_n au sens du maximum
de vraisemblance par minimisation de l'erreur quadratique entre
symbole observé V_n et symbole courant en sortie du canal z_n ,
l'erreur quadratique étant calculée (1002) à partir de l'ensemble
des symboles observés en fonction de la métrique de branche
de la dernière transition $e_{n-1}(x) \rightarrow e_n(x)$ selon la relation (I), K
désignant le rang des coefficients du filtrage transverse introduit
par le canal radioélectrique. La métrique de branche est calculée
par remontée des états successifs

[Suite sur la page suivante]

WO 01/20861 A1



(81) États désignés (*national*): CN, JP, US.

(84) États désignés (*régional*): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

et le processus de propagation d'erreur est inhibé (1003) au cours de la remontée par mémorisation au niveau de chaque noeud de S survivants et par une mise à jour de chaque survivant à l'instant suivant. Le survivant final de plus petite métrique est déterminé (1004) et la séquence de bits est lue par remontée des noeuds successifs. Application à la transmission radio ATM.

Procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis

L'invention concerne un procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis.

Avec l'avènement et le développement récents de l'échange d'informations par l'intermédiaire de messages numériques, la transmission fiable et performante de données numériques est devenue un enjeu économique.

Parmi les modes de transmission utilisés, la transmission numérique par paquets occupe une place prééminente, en raison de la flexibilité et de la fiabilité des protocoles de transmission de ces données.

Toutefois, le développement de transmissions à très haut débit sur canaux radioélectriques, présentant des caractéristiques de sélectivité en fréquence variables dans le temps, rend nécessaire de soumettre les données numériques, constitutives de ces messages et support de ces informations, à un processus de protection par codage spécifique. Ces processus de protection ont pour objet d'introduire dans les données numériques une certaine redondance, laquelle, en présence de dégradation de ces données du fait de la transmission, permet, dans certaines conditions, de reconstituer le signal d'origine. A titre d'exemple non limitatif, on peut citer la protection de données numériques par un code convolutif de rendement $R = k/n$ où le rendement k/n est représentatif de la redondance introduite, et la transmission ATM (Asynchronous Transmission Mode) sur un lien radio, avec granularité au niveau des cellules ATM. On rappelle que la

notion de granularité implique la possibilité de transmission de chaque cellule ATM isolée, sans entrelacement des cellules.

En raison de la nature physique du canal radioélectrique, la transmission de données numériques s'effectue en présence de trajets multiples de propagation. La réception et le décodage de ces messages nécessitent en conséquence une égalisation du signal reçu. La complexité des traitements d'égalisation augmente très rapidement avec la dispersion des retards, et, également, avec le débit des symboles transmis. C'est en particulier le cas en milieu urbain, lors de la transmission de signaux et messages de radiotéléphonie mobile.

La protection introduite par codage de ces données numériques transmises permet de remédier partiellement aux erreurs introduites. Toutefois, l'égalisation rendue nécessaire par les interférences sur les symboles, dues aux trajets multiples, n'est jamais parfaite et il est alors nécessaire de disperser le plus possible les bouffées d'erreurs en sortie de l'égaliseur, afin que le décodeur canal puisse fonctionner sur un signal à densité d'erreur sensiblement constante plus réduite.

Un tel mode opératoire peut être obtenu par un processus d'entrelacement des données codées, ce qui interdit la notion de granularité, et qui, en outre, introduit un retard que l'on cherche nécessairement à minimiser, ce qui a priori apparaît contradictoire.

De plus, pour de hauts débits, la taille de l'entrelacement devient prohibitive.

D'autre part, la présence d'un décodeur de canal en aval du dispositif d'égalisation, le séquençement

égalisation/décodage étant rendu nécessaire par le séquençement codage/transmission/trajets multiples à l'émission, incite à mettre en œuvre un processus d'égalisation donnant des symboles égalisés souples, c'est-à-dire dont la valeur ferme est assortie d'une valeur de probabilité de vraisemblance, ce qui augmente d'autant la complexité de l'égalisation et du traitement global.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients des procédés de l'art antérieur précédemment cités.

Un objet de la présente invention est en conséquence la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal directement sur le treillis du décodeur canal, treillis dont la complexité est fixe et indépendante de la longueur de la réponse impulsionnelle du canal.

Un autre objet de la présente invention est la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal de données numériques transmises sous forme de paquets, la réponse impulsionnelle du canal étant supposée constante pendant la transmission d'un paquet.

Un autre objet de la présente invention est la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal de données numériques transmises par paquets, en l'absence d'entrelacement sur plusieurs paquets, ce mode opératoire étant particulièrement adapté aux systèmes de transmission haut débit qui doivent assurer une

granularité au niveau paquet, tels que les systèmes ATM sur liaison radio.

Un autre objet de la présente invention est la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal supprimant la nécessité d'une égalisation à sortie souple, du fait du caractère conjoint des opérations d'égalisation et de décodage de canal.

Un autre objet de la présente invention est la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal particulièrement adapté au traitement d'une modulation à grand nombre d'états, ce qui permet de s'affranchir de l'augmentation significative de la complexité d'un processus au sens du maximum de vraisemblance de type classique.

Un autre objet de la présente invention est enfin la mise en œuvre d'un procédé permettant d'effectuer conjointement les opérations d'égalisation et de décodage de canal permettant d'éviter le phénomène de propagation d'erreurs lors du décodage, par mise en œuvre d'une version adaptée de l'algorithme de Viterbi.

Le procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis, objet de la présente invention, s'applique à un signal transmis par paquets non entrelacés. Chaque paquet comporte une séquence connue et une séquence de données codées, à chaque suite de bits $x = \{x_n\}$, de bit courant x_n , soumise au processus de codage défini par un treillis et à un processus de modulation, correspondant une suite de symboles $y = \{y_n\}$ de symbole courant y_n vérifiant la

relation $y_n = f(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-K})$. La suite de bits antérieurs au bit courant, $e_{n-1}(x) = \{x_{n-1}; x_{n-2}; \dots; x_{n-K}\}$ représente l'état du processus de codage à l'état antérieur $n-1$ et le symbole courant y_n de la suite de symboles vérifie la relation $y_n = f(x_n, e_{n-1}(x))$. Cette suite de symboles est soumise de fait à un filtrage transverse de réponse impulsionnelle finie de coefficients de filtrage $\{h_0; h_1; \dots; h_L\}$ représentatifs du canal radioélectrique pour engendrer une suite de symboles observés $r = \{r_n\}$. Chaque symbole observé r_n vérifie la relation $r_n = z_n + b_n$ où z_n désigne un symbole courant en sortie du canal et b_n un bruit résiduel affectant ce dernier. Chaque symbole courant en sortie du canal courant z_n vérifie la relation :

$$\begin{aligned} z_n &= g(y_n; y_{n-1}; \dots; y_{n-L}) \\ &= h_0 y_n + h_1 y_{n-1} + \dots + h_L y_{n-L} \\ &= \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K}) . \end{aligned}$$

Ce procédé consiste à estimer chaque bit courant x_n de la suite de bits $x = \{x_n\}$ au sens du maximum de vraisemblance par minimisation de l'erreur quadratique entre symbole observé et symbole courant en sortie du canal

$$\varepsilon^2(x) = \sum_n |r_n - z_n|^2 = \sum_n |r_n - \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K})|^2 ,$$

Il est remarquable en ce que, pour tout symbole courant en sortie du canal z_n issu de la transmission, du fait de trajets multiples, la suite successive des symboles $\{y_{n-L}; y_{n-L+1}; y_{n-1}; y_n\}$ émise par le processus de codage pour la suite de bits $x = \{x_n\}$ correspondant à des états successifs $e_{n-L}(x); e_{n-L+1}(x); \dots; e_{n-1}(x)$ et finalement

$e_n(x)$, qui définissent des branches entre nœuds d'états successifs, une succession de branches dessinant un chemin d'un treillis représentant ce code, ce procédé consiste en outre à calculer l'erreur quadratique à partir de
 5 l'ensemble des symboles observés et des branches d'états successifs du processus de codage, en fonction de la métrique de branche de la dernière transition $e_{n-1}(x) \rightarrow e_n(x)$ du processus de codage, selon la relation :

$$10 \quad \varepsilon^2(x) = \sum_n \left| r_n - \left\{ \sum_{k \geq 0} h_k y_{n-k} \right\} \right|^2 = \sum_n \left| r_n - h_0 y_n - \left\{ \sum_{k \geq 1} h_k y_{n-k} \right\} \right|^2$$

Cette métrique de branche est calculée par remontée des états successifs au niveau de chaque nœud d'état sur une longueur égale à la mémoire du canal, et à inhiber, au
 15 cours de cette remontée, le processus de propagation d'erreur du fait du calcul des métriques de branche, par mémorisation au niveau de chaque nœud i et à chaque instant d'un nombre $S > 1$ de survivants, chaque survivant étant défini par une métrique accumulée $M(i, t, k)$ pour le
 20 nœud i à l'instant t pour le survivant de rang k considéré $k \in [1, S]$, et par une mise à jour de chaque survivant à l'instant $t+1$ pour chaque nœud par calcul d'une métrique de branche et sélection des S meilleures métriques de
 25 branche parmi l'ensemble des métriques de branche possibles au nœud considéré. Le survivant final est déterminé comme le survivant de plus petite métrique, $M_m(0, \tau, 1)$, et la séquence de bits d'information correspondante est lue par remontée des nœuds d'état successifs.

Le procédé, objet de la présente invention, trouve application à tout système de transmission ATM sur lien radio, avec granularité.

Il sera mieux compris à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après, dans
5 lesquels, outre la figure 1 relative à l'art antérieur,

- la figure 2a représente un schéma synoptique d'un processus de codage et de transmission permettant de définir le contexte de mise en œuvre du procédé de
10 décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis, conforme à l'objet de la présente invention ;

- la figure 2b représente à titre d'exemple illustratif un organigramme représentatif du procédé de
15 codage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis, conforme à l'objet de la présente invention ;

- la figure 3a représente à titre illustratif un chemin du treillis codeur, en trait plein, et la suite des
20 symboles z_n correspondant à ce chemin ;

- les figures 3b et 3c représentent un schéma illustratif de calcul des S meilleures métriques à chaque nœud du treillis représenté en figure 3a ;

- la figure 4 représente un organigramme d'une
25 variante de mise en œuvre du procédé objet de l'invention tel que représenté en figure 2b ;

- la figure 5a représente un schéma synoptique d'un mode opératoire utilisé pour effectuer des essais de simulation de mise en œuvre du procédé objet de la
30 présente invention ;

- les figures 5b et 5c représentent différents essais comparatifs de valeurs de taux d'erreur de paquets obtenues grâce à la mise en œuvre du procédé objet de la présente invention et à une solution optimale par décodage puis égalisation.

Préalablement à la description proprement dite du procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis, objet de la présente invention, des rappels relatifs à l'état de la technique et à l'état actuel des connaissances seront donnés ci-après.

Les systèmes de transmission d'informations, tels que les systèmes radiomobiles récents à accès multiples par répartition temporelle, transmettent les données sous forme de paquets de bits préalablement codés. A l'intérieur de ces paquets de bits est introduite une séquence dite d'apprentissage qui permet d'obtenir une bonne estimation du canal, incluant les filtres d'émission et de réception. La forme des paquets retenus dans le cadre de l'illustration de la mise en œuvre du procédé, objet de la présente invention, est donnée ci-après en référence à la figure 1 relative à l'art antérieur. Les séquences de bits constitutives des séquences d'apprentissage peuvent par exemple être des séquences de Cazac choisies pour leurs propriétés d'auto-corrélation.

Le canal de transmission introduit ainsi des distorsions à la réception, ces distorsions étant appelées interférences entre symboles. Dans les solutions connues de l'art antérieur, il est nécessaire de mettre en œuvre un égaliseur afin de réduire ou tenter de supprimer les distorsions précitées. Les fonctions d'égalisation et de

décodage sont séparées dans les dispositifs de l'art antérieur précités.

Le contexte de génération des suites de bits dans le cadre du processus d'émission des systèmes radiomobiles précités est illustré maintenant en liaison avec la figure 2a.

D'une manière générale, on indique que le procédé, objet de la présente invention, s'applique à un signal numérique tel que représenté en figure 1, ce signal numérique étant protégé par un code défini par un treillis. On rappelle, ainsi, que la notion de code défini par un treillis recouvre les processus de codage convolutif, le codage de type TCM et le codage en blocs par exemple, de manière non limitative.

D'une manière plus spécifique, le signal est transmis sur le canal radioélectrique selon une transmission par paquets non entrelacés, chacun des paquets correspondant à la structure de données telle que représentée en figure 1.

En référence à la figure 2a, on indique que chaque suite de bits $x = \{x_n\}$, de bit courant x_n , est ainsi soumise au processus de codage défini par un treillis et à un processus de modulation auquel correspond une suite de symboles $y = \{y_n\}$, le symbole courant étant désigné par y_n . Ainsi, chaque symbole courant vérifie la relation :

$$y_n = f(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-K})$$

Dans la relation précédente, on indique que f désigne une fonction de codage de profondeur K tenant compte du processus de modulation.

La suite de bits antérieurs au bit courant x_n , suite de bits désignée par $e_{n-1}(x)$, vérifie la relation :

$$e_{n-1}(x) = \{x_{n-1}; x_{n-2}; \dots; x_{n-K}\}$$

5

et représente l'état du processus de codage à l'état antérieur $n-1$. Le symbole courant y_n de la suite de symboles vérifie alors la relation (1) :

10

$$y_n = f(x_n, e_{n-1}(x)) \quad (1)$$

15

En raison de la présence d'un canal de transmission à trajets multiples, la suite de symboles y est de fait soumise à un processus équivalent à un filtrage transverse de réponse impulsionnelle finie pour lequel les coefficients de filtrage peuvent être définis par $\{h_0; h_1; \dots; h_L\}$. Ces coefficients de filtrage sont représentatifs du canal radioélectrique de transmission.

20

Ainsi que représenté en figure 2a, la succession de l'opération de codage/modulation puis de transmission par le canal à trajets multiples permet d'engendrer une suite de symboles observés notée $r = \{r_n\}$, chaque symbole observé correspondant en fait à un symbole courant en sortie de canal, noté z_n , auquel un bruit résiduel b_n est ajouté, ce bruit résiduel affectant chacun des symboles courant en sortie de canal précité. Le bruit résiduel est un bruit blanc Gaussien centré.

25

Ainsi, chaque symbole observé r_n vérifie la relation :

30

$$R_n = z_n + b_n$$

Chaque symbole courant en sortie du canal vérifie la relation (2) :

$$\begin{aligned} z_n &= g(y_n; y_{n-1}; \dots; y_{n-L}) \\ 5 \quad &= h_0 y_n + h_1 y_{n-1} + \dots + h_L y_{n-L} \quad (2) \\ &= \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K}) \end{aligned}$$

Selon un aspect remarquable du procédé, objet de la présente invention, en référence à la figure 2a, on
10 indique que le processus de codage/modulation et le processus de transmission par le canal à trajets multiples sont assimilés à une mise en cascade d'un code externe et d'un code interne, la fonction de code interne étant remplie par le canal de transmission à trajets multiples.
15 Ainsi, les codes interne et externe sont respectivement constitués par un dispositif à mémoire qu'on peut représenter par un treillis. A l'ensemble, codeur canal + canal de transmission, correspond un treillis "global", appelé super-treillis, dont le nombre d'états est égal au
20 produit du nombre d'états des deux treillis élémentaires, c'est-à-dire un nombre d'états égal à 2^{L+K} pour une modulation BPSK et un code de rendement $1/n$. Le procédé objet de la présente invention est remarquable en ce qu'il utilise seulement le treillis du codeur canal, dont le
25 nombre d'états est indépendant du nombre d'états de la modulation et de la longueur L du canal.

Alors que la complexité du treillis du code interne, c'est-à-dire du treillis engendré par le canal à trajets multiples croît de façon exponentielle avec le
30 nombre d'états de la modulation et la longueur du canal en temps symbole, le simple décodage du super-treillis ainsi

constitué est rendu prohibitif en complexité pour les transmissions à haut débit.

Dans les solutions les plus simples, la réduction du super-treillis est ramenée au seul treillis de codage externe, la métrique de branche étant alors calculée à la
5 manière d'un processus de DFSE, pour *Decision Feedback Sequence Estimation*, par remontée des nœuds du treillis ainsi simplifié. Toutefois, un tel processus n'apparaît pas suffisamment efficace car il présente l'inconvénient
10 d'un phénomène de propagation d'erreurs lors de la remontée des nœuds successive, erreurs inhérentes au processus DFSE précité.

Le procédé, objet de la présente invention, a pour objet de remédier aux inconvénients de la technique
15 antérieure précitée par la détermination de la réception optimale à partir du super-treillis et par la mise en œuvre d'une technique de décodage de Viterbi généralisée, plus communément désignée par décodage GVA, pour *Generalized Viterbi Algorithm*.

Pour une description plus détaillée de ce processus de décodage GVA, on pourra utilement se reporter
20 à l'article publié par T.HASHIMOTO, intitulé *A List-Type Reduced-Constraint Generalization of the Viterbi Algorithm*, IEEE Transactions on Information Theory, Vol.IT-33, No. 6, Nov.1987.
25

Ainsi, conformément à un aspect particulièrement remarquable du procédé, objet de la présente invention, celui-ci consiste à estimer chaque bit courant x_n de la suite de bits $x = \{x_n\}$ au sens du maximum de vraisemblance
30 par minimisation de l'erreur quadratique entre symbole observé et symbole courant en sortie du canal z_n .

Sur la figure 2b, on a représenté, pour améliorer la compréhension de la mise en œuvre du procédé, objet de la présente invention, l'étape de codage représentée à l'étape 1000 à partir de la suite de bits x , suivie d'une
 5 étape 1001 correspondant à la transmission à trajets multiples pour engendrer la suite de symboles observés $r = \{r_n\}$ et la suite de symboles courants en sortie du canal $z = \{z_n\}$.

L'étape 1001 est alors suivie d'une étape 1002
 10 permettant d'initier l'estimation de x_n par la minimisation de l'erreur quadratique vérifiant la relation :

$$\varepsilon^2(x) = \sum_n |r_n - z_n|^2 = \sum_n |r_n - \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K})|^2.$$

En référence à la figure 3a, on indique que pour
 15 tout symbole courant en sortie du canal z_n issu de la transmission par trajets multiples, la suite successive des symboles $y_{n-L}; y_{n-L+1}; \dots; y$ étant émise par le processus de codage pour la suite de bits précitée, le processus de
 20 codage/modulation et de transmission correspond à des états successifs $e_{n-L}(x); e_{n-L+1}(x); \dots; e_{n-1}(x)$ et finalement $e_n(x)$, ces états successifs correspondant à des branches entre nœuds d'états successifs ainsi que représenté sur la figure 3a précitée.

25 L'estimation des bits successifs x_n au sens du maximum de vraisemblance, conformément au procédé objet de la présente invention, conduit alors à chercher la suite de bits $\{x_n\}$ qui minimise l'erreur quadratique exprimée précédemment.

Conformément au procédé, objet de la présente invention, cette erreur quadratique peut être exprimée en tenant compte des relations précédentes sous la forme de la relation (3) :

5

$$\begin{aligned}\varepsilon^2(x) &= \sum_n \left| r_n - g(y_n; y_{n-1}, \dots, y_{n-L}) \right|^2 \\ &= \sum_n \left| r_n - \left\{ \sum_k h_k y_{n-k} \right\} \right|^2\end{aligned}\quad (3)$$

avec $y_n = f(x_n; e_{n-1}(x))$.

10 Dans la relation (3) précédente, le terme $r_n - \left\{ \sum_k h_k y_{n-k} \right\}$ peut être mis sous la forme :

$$r_n - \{h_0 f(x_n; e_{n-1}(x)) + h_1 f(x_{n-1}; e_{n-2}(x)) + \dots + h_L f(x_{n-L}; e_{n-L-1}(x))\}.$$

15 Le terme entre accolades de la relation précédente correspond à la réponse du filtre transverse représentatif du canal de transmission à trajets multiples soumis à la suite des symboles à la suite du processus de codage/modulation sur une longueur L correspondant à la

20 mémoire du canal, cette suite de symboles s'écrivant $y_{n-L}, y_{n-L+1}, \dots, y_{n-1}, y_n$. Cette suite est émise par le codeur à $t = n$ dans l'hypothèse d'une suite de bits $x = \{x_n\}$. Dans ces conditions, le codeur passe alors par les états $e_{n-L}(x), e_{n-L+1}(x), \dots, e_{n-1}(x)$ pour aboutir dans l'état $e_n(x)$. Le

25 symbole courant en sortie du canal lors de la dernière transition est alors égal à $z_n = \sum_k h_k y_{n-k}$.

La relation (4) ci-après :

$$\left| r_n - \left\{ \sum_{i=0} h_i y_{n-i} \right\} \right|^2 = \left| r_n - h_0 y_n - \left\{ \sum_{i=1} h_i y_{n-i} \right\} \right|^2 \quad (4)$$

définit ainsi la métrique de branche de la dernière transition $e_{n-1}(x) \rightarrow e_n(x)$ et peut être calculée à la manière d'un processus DFSE en remontant les états successifs visités précédemment. Cette métrique dépend du chemin suivi dans le treillis pour arriver dans un état $e_n(x)$ donné.

Ce mode de calcul de la métrique contient intrinsèquement le problème de propagation d'erreur précédemment mentionné dans la description.

Pour cette raison, et dans le but de rendre robuste et efficace le procédé de décodage et d'égalisation conjointe, objet de la présente invention, celui-ci consiste en outre, à l'étape 1003 représentée en figure 2b, à inhiber au cours de cette remontée le processus de propagation d'erreur du fait du calcul des métriques de branche, cette inhibition étant réalisée par mémorisation, au niveau de chaque nœud i et à chaque instant t , d'un nombre S supérieur à 1 de survivants, chaque survivant étant défini par une métrique $M(i, t, k)$ pour le nœud i à l'instant t pour le survivant de rang k considéré. Pour S survivants, on rappelle que $k \in [0, S-1]$.

Une mise à jour de chaque survivant est alors effectuée à l'instant $t+1$ pour chaque nœud i par calcul d'une métrique de branche et sélection des S meilleures métriques de branche parmi l'ensemble des $2S$ métriques de branche possibles au nœud considéré.

L'étape 1003 précédemment décrite est alors suivie d'une étape 1004 consistant à déterminer le survivant final de plus petite métrique $M_m(0, \tau, 1)$ et à lire la séquence de bits d'information correspondante par remontée d'état des nœuds d'états successifs.

On comprend bien sûr que le procédé, objet de la présente invention, peut alors être répété pour toute suite de bits suivante. correspondant à un message transmis.

Une description plus détaillée du processus d'inhibition de la propagation d'erreurs sera maintenant donnée en liaison avec la figure 3b.

En référence à la figure 3b précitée, on indique que le processus d'inhibition de propagation d'erreurs consiste à retenir un nombre $S > 1$ de survivants en chaque nœud de rang i et à chaque instant t . En effet, si le vrai chemin du treillis, celui qui correspond à la séquence de symboles émise, n'est pas le meilleur à un instant donné, il ne doit cependant pas être perdu définitivement.

En référence à la figure précitée, on indique que le symbole courant en sortie du canal $z_n = \sum_i h_i y_{n-i}$ est obtenu dans l'hypothèse où on arrive à l'état $e_n(x)$ par la succession d'états $e_{n-L}(x), e_{n-L+1}(x), \dots, e_{n-1}(x)$, tel que représenté au dessin.

Dans l'hypothèse à titre d'exemple non limitatif d'un treillis issu d'un code convolutif de rendement $1/n$ correspondant donc à un treillis comportant $N = 2^K$ états, de chaque nœud partent ainsi deux branches, l'une correspondant à un bit de valeur 0 à l'entrée du codeur, l'autre à un bit 1 à cette même entrée du codeur.

A chaque nœud de rang i et à chaque instant t sont stockés S survivants, chaque survivant correspondant à une suite de bits, notée $S_{i,t,k}$ où i désigne le rang du nœud considéré, t l'instant correspondant et k le rang du survivant considéré tel que $0 \leq k \leq S-1$. Chaque suite de bits constitutive d'un survivant est caractérisée par une longueur appelée métrique accumulée de chemins, notée $M(i,t,k)$, c'est-à-dire métrique du $k^{\text{ème}}$ survivant au nœud de rang i à l'instant t donné. On rappelle que la notion de métrique correspond à la définition, selon laquelle, dans la théorie de la mesure dans un espace donné, la notion de métrique est basée sur la formule de la distance entre deux points de cet espace.

Les valeurs de métrique $M(i,t,k)$ étant connues à un instant t quelconque, leur mise à jour à l'instant $t+1$ peut être effectuée de la manière ci-après, dans le cas d'un code de rendement $1/n$:

- tout nœud de rang i est consécutif à deux antécédents ou ancêtres, ainsi que représenté en figure 3c, j_1 et j_2 , lesquels sont déterminés par leurs ensembles de S survivants respectifs tel que $S_{j_1,t,k}$ et $S_{j_2,t,k}$ avec $0 \leq k \leq S-1$ et de métriques respectives $M(j_1,t,k)$ et $M(j_2,t,k)$. Il existe ainsi $2S$ manières possibles d'atteindre un nœud de rang i à l'instant $t+1$ à raison de S possibilités pour l'ancêtre j_1 à l'instant t et S possibilités pour l'ancêtre j_2 à ce même instant t , chaque ancêtre étant de la forme d'un survivant à l'instant t prolongé d'une branche allant de j_1 , respectivement j_2 , vers le nœud de rang i .

Pour chacun des $2 \times S$ candidats, la métrique de la dernière branche, c'est-à-dire celle incidente au nœud de

rang i , est calculée selon la relation (4) précédente en remontant les chemins survivants en chaque ancêtre j_1 et j_2 . Les métriques de branche ainsi obtenues sont notées $\delta_m(j,i,k)$ et l'on obtient ainsi les quantités :

$$\begin{aligned} &M(j_1, t, k) + \delta_m(j_1, i, k) \\ &\quad \text{pour } k = 0, \dots, S-1 \\ &M(j_2, t, k) + \delta_m(j_2, i, k) \\ &\quad \text{avec } k = 0, \dots, S-1. \end{aligned}$$

Il est ainsi possible de retenir, pour le nœud de rang i à l'instant $t+1$, les S meilleurs chemins parmi les $2 \times S$ possibles, ce qui permet d'obtenir S survivants pour le nœud de rang i à l'instant $t+1$.

En ce qui concerne la mise en œuvre de l'étape 1004, on indique que celle-ci peut être effectuée lorsqu'on a reçu tous les symboles codés d'un paquet et que les opérations précédentes ont été réalisées, le survivant final de plus petite métrique pouvant alors être déterminé. Il s'agit dans cette hypothèse de la mise en œuvre d'un algorithme de Viterbi selon une version étendue et il est alors possible de remonter le meilleur chemin pour lire la séquence de bits d'information correspondante par une opération de remontée, connue sous le nom de *Back Tracking* en langage anglo-saxon. En ce qui concerne le nombre de survivants retenus, on indique que S peut être pris égal à 4, de manière non limitative.

Une description plus détaillée d'un mode opératoire spécifique permettant d'améliorer la fiabilité du procédé, objet de la présente invention, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 4.

Sur la figure 4, on a représenté le mode opératoire spécifique précité, lequel peut consister, en

une étape 2000, à déterminer le second meilleur survivant vis-à-vis du survivant de plus petite métrique, la métrique de ce survivant final adjacent étant notée $M_m(0, \tau, 1)$, cette métrique étant voisine et immédiatement supérieure à la plus petite métrique précédemment mentionnée dans la description.

L'étape 2000 peut alors être suivie d'une étape 2001 consistant à calculer un écart de métrique, valeur absolue de la différence de métriques entre la plus petite métrique et la métrique voisine immédiatement supérieure, cet écart de métrique vérifiant la relation :

$$\delta_m = |M_m - M_m'|$$

A titre de simplification, les métriques ont été désignées par M_m pour la métrique la plus petite et M_m' pour la métrique voisine immédiatement supérieure à la plus petite métrique.

L'écart de métrique est ensuite comparé, en une étape 2002 de test, à une valeur de seuil selon la relation :

$$\delta_m \leq S_e$$

la valeur de seuil S_e pouvant être définie à partir de résultats expérimentaux et de conditions d'utilisation.

Si δ_m est inférieur au seuil 2002, les deux meilleurs survivants sont trop proches et le choix entre les deux n'est pas fiable. Le paquet est déclaré effacé, 2004, car les deux décodages sur les deux chemins auraient conduit à des résultats différents.

Dans le cas contraire, $\delta_m > \text{seuil}$, le décodage est présumé correct et le paquet est accepté, 2003.

Des simulations ont été réalisées afin de mettre en évidence les performances du procédé, objet de la présente invention, précédemment décrit.

5 Sur la figure 5a, on a représenté les modes opératoires correspondants dans le cadre d'un schéma synoptique pour la partie canal à partir d'une source binaire A_1 , d'un codeur introduisant un codage convolutif A_2 , d'une modulation de canal de type MDP4 A_3 , d'une insertion de séquence connue de type CAZAC A_4 , et d'un
10 filtrage en racine de Nyquist A_5 .

En ce qui concerne la transmission par le canal radioélectrique multitrajets, celui-ci correspondait à un canal radiomobile B_1 suivi de l'addition d'un bruit blanc Gaussien additif (*Additive White Gaussian Noise*) B_2 .

15 En ce qui concerne la partie réception, celle-ci correspondait à un filtrage en racine de Nyquist C_1 , suivi d'une estimation de canal C_2 puis d'une égalisation et d'un décodage conjoints, conformes au procédé objet de la présente invention, C_3 , et d'une décision C_4 .

20 Les essais de simulation ont été réalisés grâce au logiciel COSSAP, commercialisé par la société SYNOPSYS. Le facteur de roll-off du filtrage en racine de Nyquist a été fixé à 0,25 et le code convolutif utilisé était un code de longueur de contrainte 5, soit un treillis de 16 états.

25 Les polynômes générateurs étaient de la forme :

$$G_1(D) = 1 + D^3 + D^4$$

et

$$G_2(D) = 1 + D + D^3 + D^4$$

introduisant une distance minimale de 7. La modulation
30 choisie en sortie du code convolutif était une modulation

de phase à quatre états tournée de 45° afin d'utiliser les séquences CAZAC.

La figure 5b représente les résultats d'essais avec un canal radioélectrique fixe, c'est-à-dire un canal
5 comportant des coefficients de filtrage h_0 , h_1 , h_2 et h_3 de valeur fixée. Ces coefficients avaient les valeurs données ci-après dans le tableau 1 :

TABLEAU 1

10

h_0	h_1	h_2	h_3
0.38	0.60	0.60	0.38

Les résultats, comparés avec la solution optimale, sont représentés en figure 5b.

A l'observation de la figure 5b, on peut constater
15 qu'alors que le procédé, objet de la présente invention, est sous-optimal, il donne toutefois des performances proches de la solution optimale pour une complexité abordable, c'est-à-dire $S = 4$.

La courbe de décodage pur, en trait mixte,
20 correspond aux performances du code convolutif choisi en bruit Gaussien. Les résultats obtenus sont représentés en trait continu pour la mise en œuvre du procédé, objet de la présente invention. La dégradation introduite par rapport au cas du décodage pur semble être inférieure à la
25 valeur 4,2 dB et résulte de l'interaction entre le treillis du canal, code interne, et treillis du codage, code externe. Le procédé, objet de la présente invention, permet d'obtenir un résultat proche de la solution optimale représentée par points sur la figure 5b, l'axe

des abscisses étant gradué en décibel dB et l'axe des ordonnées en taux d'erreur de bit BER.

Les figures 5c à 5h représentent le taux d'erreur de trames en ordonnées FER, vis-à-vis du niveau en décibels en abscisses. En effet, pour des systèmes du type ATM fixe ou radio, seul le taux d'erreur de cellule ou de trame est pertinent.

Sur la figure 5c, on a représenté le cas d'un canal radiomobile de type *Typical Urban* du GSM pour un débit utile à 2 Mbit/s. Les coefficients du filtre représentatifs du canal de transmission radioélectrique suivent une distribution Gaussienne complexe, leur variation temporelle étant donnée par un profil Doppler normalisé. Au débit de 2 Mbit/s, un tel canal radioélectrique présente beaucoup d'interférences entre symboles en raison du haut niveau du débit. Le canal de type *Typical Urban* représenté en figure 5c correspond à une situation de type macrocellulaire urbain pour lequel le débit à 2 Mbit/s correspond bien à l'évolution des services mobiles vers le multimédia. Les valeurs des coefficients de filtrage sont données dans le tableau 2 pour le canal radioélectrique correspondant :

TABLEAU 2

Numéro coefficient i	Temps relatif (µs)	Puissance moyenne (dB)	Spectre Doppler
1	0.0	-3.0	CLASS
2	0.2	0.0	CLASS
3	0.5	-2.0	CLASS
4	1.6	-6.0	CLASS
5	2.3	-8.0	CLASS
6	5.0	-10.0	CLASS

A l'observation de la figure 5c, on constate que le choix de $S = 4$ ou $S = 8$, ne provoque pas de changement très significatif des performances. En conséquence, on peut conclure que l'optimum est sensiblement atteint pour $S = 4$.

Des essais de simulation ont été également réalisés dans le cadre du projet BRAN pour un débit utile égal à 25 Mbit/s, le projet BRAN, pour *Broadband Radio Access Network* en langage anglo-saxon, correspondant à un projet européen visant la normalisation des réseaux radio ATM à haut débit dans des environnements de type intérieur. Ce projet réunit cinq modèles de canaux très sévères, c'est-à-dire très sélectifs en fréquence, modèle A, B, C, D et E pour lesquels des essais ont été réalisés et reportés aux figures 5d à 5h décrites ci-après. Le débit utilisateur de 25 Mbit/s pour une bande de 25 MHz était fixé pour un taux d'erreur de trame admissible fixé à 10^{-2} .

Les différents types de canaux correspondant au modèle précité sont plus ou moins faciles à égaliser en fonction de leur statistique d'évanouissement et de leur délai RMS. Le modèle D représenté en figure 5g est le seul à contenir un évanouissement de type Rice, ce modèle étant facile à égaliser. Le modèle E est le plus difficile à égaliser, car son délai RMS atteint 250 ns et nécessite une séquence d'apprentissage permettant d'estimer le canal sur une durée de près de 50 symboles. Les performances sont ici dépendantes du nombre de survivants S choisi. Toutefois, le choix $S = 4$ semble un bon compromis performance/complexité pour l'ensemble des canaux.

Les paramètres radioélectriques du modèle A représenté en figure 5d sont donnés dans le tableau 3 ci-après :

TABLEAU 3

5

Numéro Coeff.	Retard (ns)	Puissance moyenne (dB)	Facteur de Rice K	Spectre Doppler
1	0	0.0	0	CLASS
2	10	-0.9	0	CLASS
3	20	-1.7	0	CLASS
4	30	-2.6	0	CLASS
5	40	-3.5	0	CLASS
6	50	-4.3	0	CLASS
7	60	-5.2	0	CLASS
8	70	-6.1	0	CLASS
9	80	-6.9	0	CLASS
10	90	-7.8	0	CLASS
11	110	-4.7	0	CLASS
12	140	-7.3	0	CLASS
13	170	-9.9	0	CLASS
14	200	-12.5	0	CLASS
15	240	-13.7	0	CLASS
16	290	-18.0	0	CLASS
17	340	-22.4	0	CLASS
18	390	-26.7	0	CLASS

Ceux du modèle B sont donnés dans le tableau 4 ci-après :

TABLEAU 4

5

Numéro coeff.	Retard (ns)	Puissance moyenne (dB)	Facteur de Rice K	Spectre Doppler
1	0	-2.6	0	CLASS
2	10	-3.0	0	CLASS
3	20	-3.5	0	CLASS
4	30	-3.9	0	CLASS
5	50	0.0	0	CLASS
6	80	-1.3	0	CLASS
7	110	-2.6	0	CLASS
8	140	-3.9	0	CLASS
9	180	-3.4	0	CLASS
10	230	-5.6	0	CLASS
11	280	-7.7	0	CLASS
12	330	-9.9	0	CLASS
13	380	-12.1	0	CLASS
14	430	-14.3	0	CLASS
15	490	-15.4	0	CLASS
16	560	-18.4	0	CLASS
17	640	-20.7	0	CLASS
18	730	-24.6	0	CLASS

Ceux du modèle C sont donnés dans le tableau 5 :

TABLEAU 5

Numéro coeff.	Retard (ns)	Puissance moyenne (dB)	Facteur de Rice K	Spectre Doppler
1	0	-3.3	0	CLASS
2	10	-3.6	0	CLASS
3	20	-3.9	0	CLASS
4	30	-4.2	0	CLASS
5	50	0.0	0	CLASS
6	80	-0.9	0	CLASS
7	110	-1.7	0	CLASS
8	140	-2.6	0	CLASS
9	180	-1.5	0	CLASS
10	230	-3.0	0	CLASS
11	280	-4.4	0	CLASS
12	330	-5.9	0	CLASS
13	400	-5.3	0	CLASS
14	490	-7.9	0	CLASS
15	600	-9.4	0	CLASS
16	730	-13.2	0	CLASS
17	880	-16.3	0	CLASS
18	1050	-21.2	0	CLASS

Ceux du modèle D sont donnés dans le tableau 6 ci-après :

TABLEAU 6

5

Numéro coeff.	Retard (ns)	Puissance moyenne (dB)	Facteur de Rice K	Spectre Doppler
1	0	0.0	10	CLASS+ SPIKE
2	10	-10.0	0	CLASS
3	20	-10.3	0	CLASS
4	30	-10.6	0	CLASS
5	50	-6.4	0	CLASS
6	80	-7.2	0	CLASS
7	110	-8.1	0	CLASS
8	140	-9.0	0	CLASS
9	180	-7.9	0	CLASS
10	230	-9.4	0	CLASS
11	280	-10.8	0	CLASS
12	330	-12.3	0	CLASS
13	400	-11.7	0	CLASS
14	490	-14.3	0	CLASS
15	600	-15.8	0	CLASS
16	730	-19.6	0	CLASS
17	880	-22.7	0	CLASS
18	1050	-27.6	0	CLASS

Ceux du modèle E sont donnés dans le tableau 7 ci-après :

TABLEAU 7

5

Numéro coeff.	Retard (ns)	Puissance moyenne (dB)	Facteur de Rice K	Spectre Doppler
1	0	-4.9	0	CLASS
2	10	-5.1	0	CLASS
3	20	-5.2	0	CLASS
4	40	-0.8	0	CLASS
5	70	-1.3	0	CLASS
6	100	-1.9	0	CLASS
7	140	-0.3	0	CLASS
8	190	-1.2	0	CLASS
9	240	-2.1	0	CLASS
10	320	0.0	0	CLASS
11	430	-1.9	0	CLASS
12	560	-2.8	0	CLASS
13	710	-5.4	0	CLASS
14	880	-7.3	0	CLASS
15	1070	-10.6	0	CLASS
16	1280	-13.4	0	CLASS
17	1510	-17.4	0	CLASS
18	1760	-20.9	0	CLASS

REVENDICATIONS

1. Procédé de décodage et d'égalisation conjointe d'un signal numérique protégé par un code défini par un treillis, ce signal étant transmis sur un canal radioélectrique selon une transmission par paquets non entrelacés, chaque paquet comportant une séquence connue et une séquence de données codées, à chaque suite de bits $x = \{x_n\}$, de bit courant x_n , soumise au processus de codage défini par un treillis et à un processus de modulation correspondant une suite de symboles $y = \{y_n\}$ de symbole courant y_n vérifiant la relation $y_n = f(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-K})$, la suite de bits antérieurs au bit courant $e_{n-1}(x) = \{x_{n-1}; x_{n-2}; \dots; x_{n-K}\}$ représentant l'état du processus de codage à l'état antérieur $n-1$ et le symbole courant y_n de la suite de symboles vérifiant la relation $y_n = f(x_n, e_{n-1}(x))$, la suite de symboles étant soumise à un filtrage transverse de réponse impulsionnelle finie de coefficients de filtrage $\{h_0; h_1; \dots; h_L\}$ représentatifs du canal radioélectrique pour engendrer une suite de symboles observés $r = \{r_n\}$, chaque symbole observé r_n vérifiant la relation $r_n = z_n + b_n$ où z_n désigne un symbole courant en sortie du canal et b_n un bruit résiduel affectant ce dernier, chaque symbole courant en sortie du canal z_n vérifiant la relation :

$$\begin{aligned} z_n &= g(y_n; y_{n-1}; \dots; y_{n-L}) \\ &= h_0 y_n + h_1 y_{n-1} + \dots + h_L y_{n-L} \\ &= \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K}) \end{aligned}$$

ce procédé consistant à estimer chaque bit courant x_n de la suite de bits $x = \{x_n\}$ au sens du maximum de vraisemblance par minimisation de l'erreur quadratique

entre symbole observé et symbole courant en sortie du canal,

$$\varepsilon^2(x) = \sum_n |r_n - z_n|^2 = \sum_n |r_n - \phi(x_n; x_{n-1}; \dots; x_{n-L-K})|^2,$$

5

caractérisé en ce que, pour tout symbole courant en sortie du canal z_n issu de la transmission, du fait de trajets multiples, la suite successive des symboles $\{y_{n-L}; y_{n-L+1}; y_{n-1}; y_n\}$ étant émise par le processus de codage pour la suite de bits $x = \{x_n\}$, ce processus de codage correspondant à des états successifs $e_{n-L}(x); e_{n-L+1}(x); \dots; e_{n-1}(x)$ et finalement $e_n(x)$, correspondant à des branches entre nœuds d'états successifs du treillis du code, ce procédé consiste en outre :

15

- à calculer ladite erreur quadratique à partir de l'ensemble des symboles observés et des branches d'états successifs du processus de codage, en fonction de la métrique de branche de la dernière transition $e_{n-1}(x) \rightarrow e_n(x)$ du processus de codage, selon la relation :

20

$$\varepsilon^2(x) = \sum_n \left| r_n - \left\{ \sum_{k \geq 0} h_k y_{n-k} \right\} \right|^2 = \sum_n \left| r_n - h_0 y_n - \left\{ \sum_{k \geq 1} h_k y_{n-k} \right\} \right|^2$$

25

ladite métrique de branche étant calculée par remontée des états successifs au niveau de chaque nœud d'état sur une longueur égale à la mémoire du canal ;

- à inhiber, au cours de cette remontée, le processus de propagation d'erreur du fait du calcul des métriques de branche par mémorisation au niveau de chaque nœud i et à chaque instant d'un nombre $S > 1$ de

survivants, chaque survivant étant défini par une métrique accumulée $M(i,t,k)$ pour le nœud i à l'instant t pour le survivant de rang k considéré $k \in [0, \dots, S-1]$, et par une mise à jour de chaque survivant à l'instant $t+1$ pour
5 chaque nœud par calcul d'une métrique de branche et sélection des S meilleures métriques de branche parmi l'ensemble des métriques de branche possibles au nœud considéré ;

- à déterminer le survivant final de plus petite
10 métrique, $M_m(0,\tau,0)$, et à lire la séquence de bits d'information correspondante, par remontée des nœuds d'état successifs.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que celui-ci consiste en outre :

15 - à déterminer un survivant final adjacent de métrique $M_m(0,\tau,1)$ voisine immédiatement supérieure à la plus petite métrique,

- à calculer un écart de métrique valeur absolue de la différence de métrique entre la plus petite métrique
20 et la métrique voisine immédiatement supérieure,
 $\delta_m = |M_m - M_m|$;

- à comparer cet écart de métrique à une valeur de seuil $\delta_m \leq S_e$, cette valeur de seuil S_e étant définie à
25 partir de résultats expérimentaux et de conditions d'utilisation ;

- à rejeter le survivant final lorsque ledit écart de métrique satisfait à la comparaison d'infériorité à cette valeur de seuil, ce qui permet d'améliorer la fiabilité du procédé.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



FIG.1. (ART ANTERIEUR)

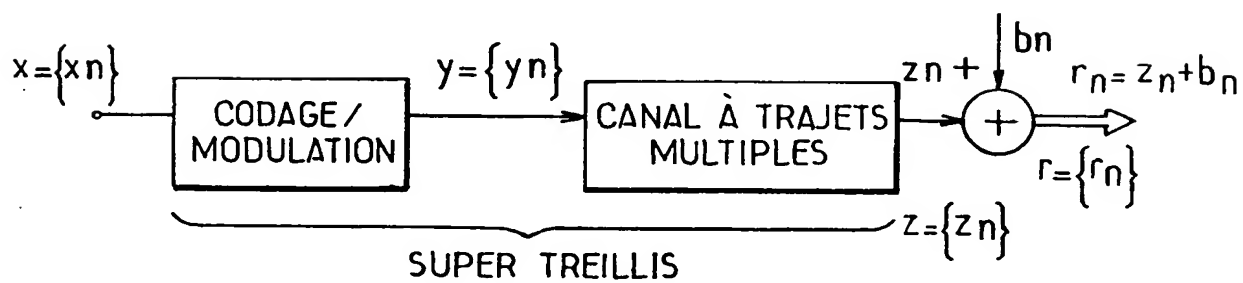


FIG.2a.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/8

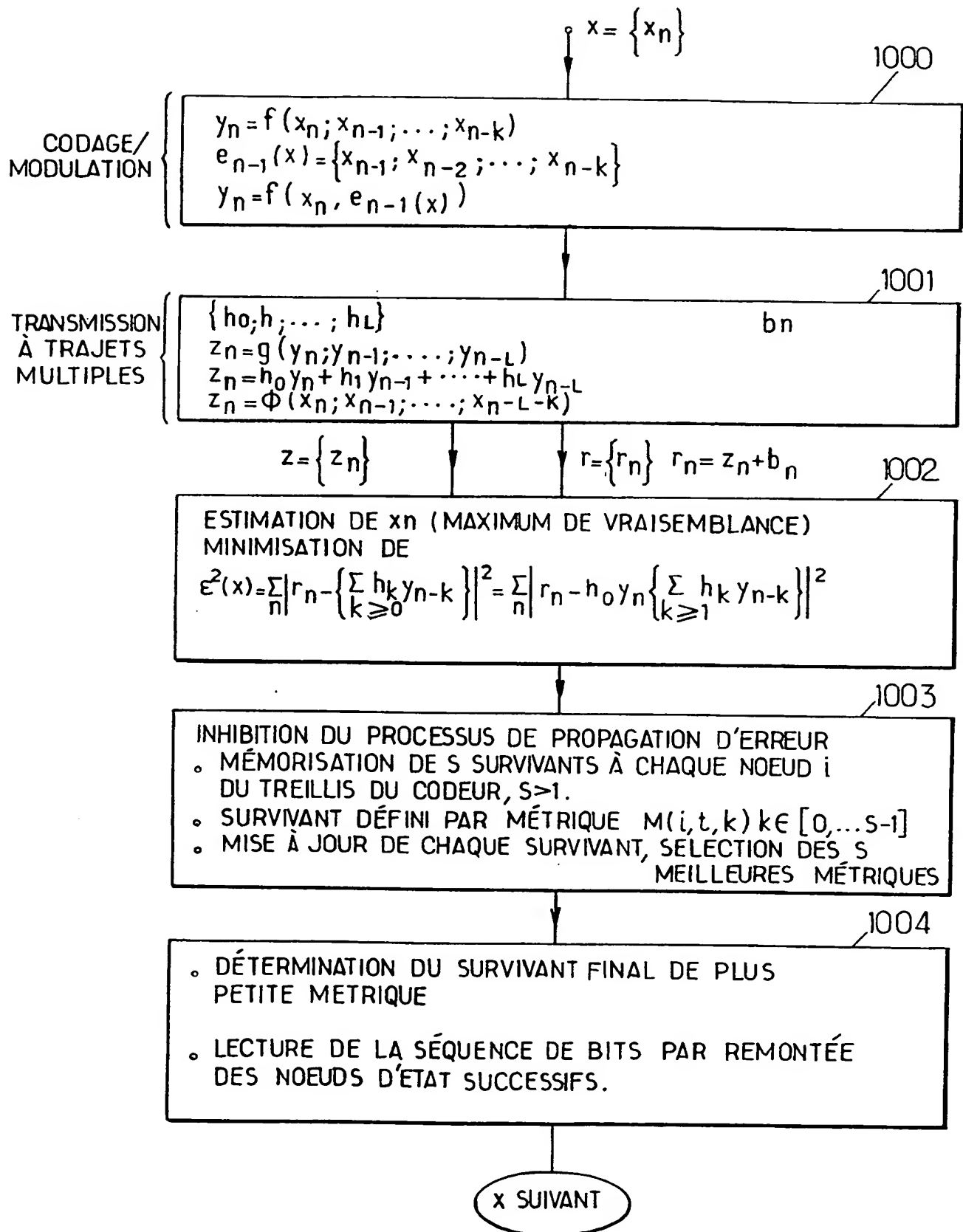


FIG.2b.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

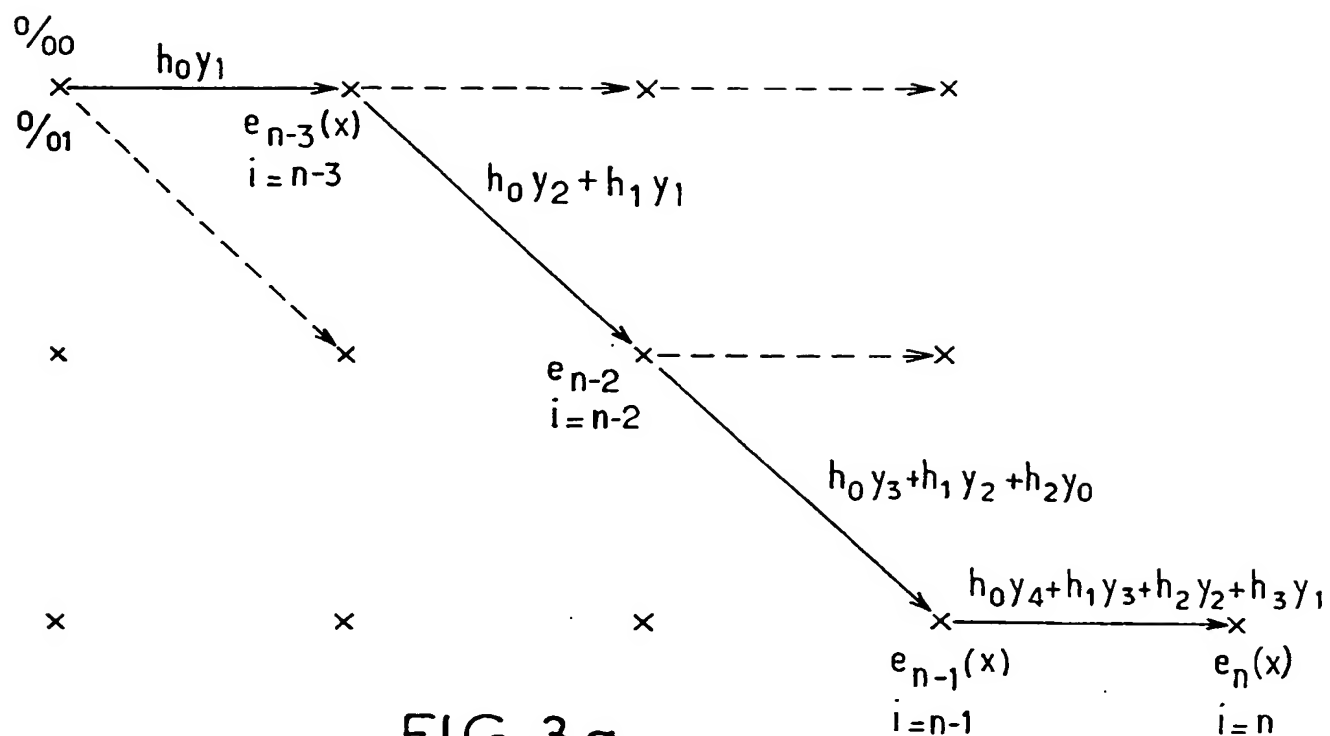


FIG. 3a.

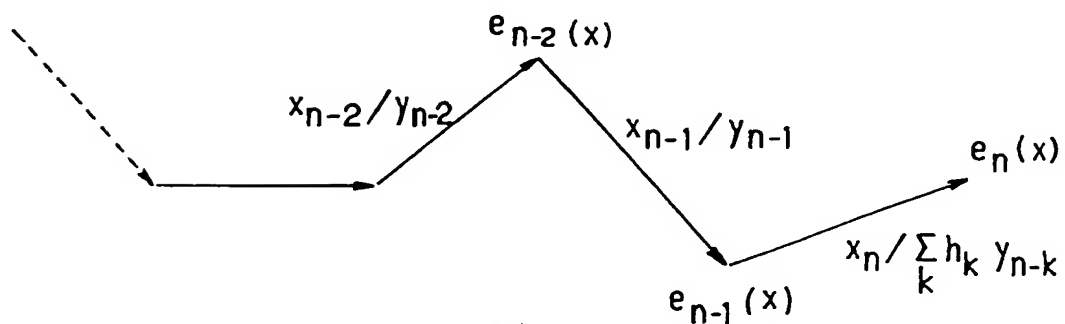


FIG. 3b.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/8

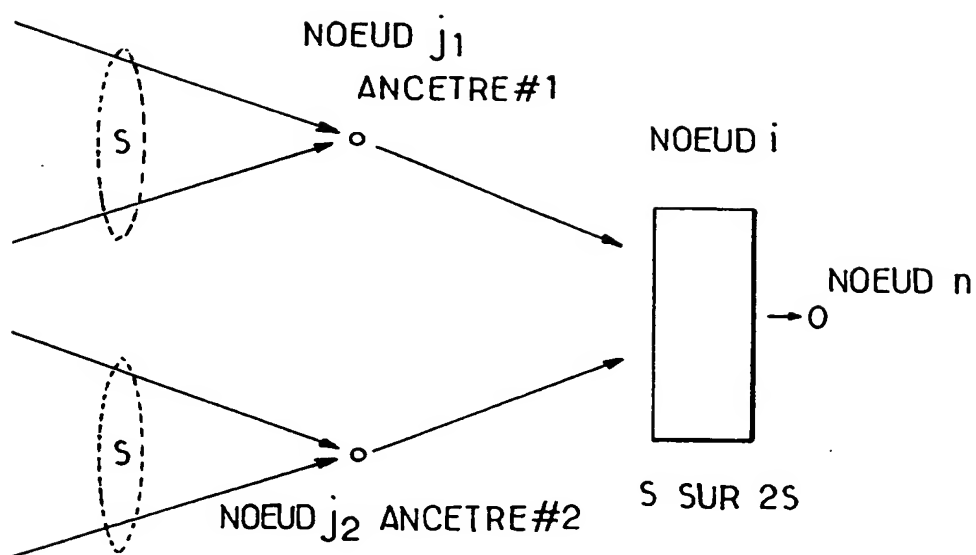


FIG.3c.

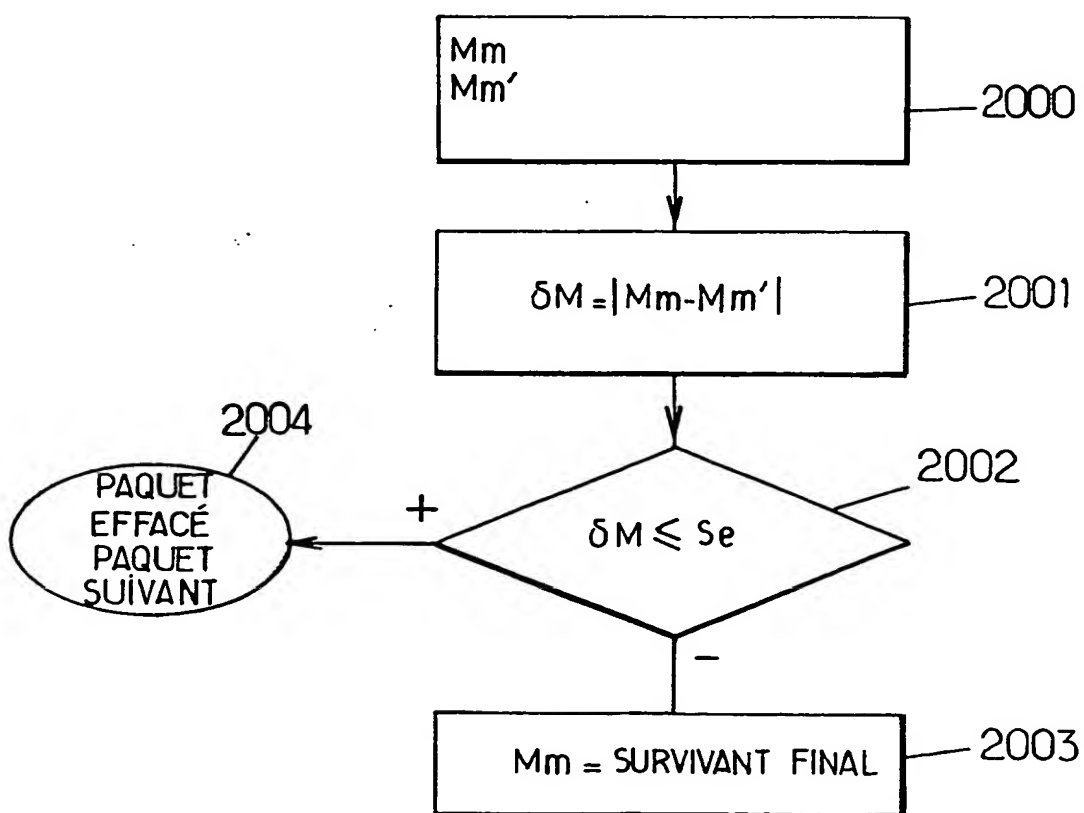


FIG.4.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/8

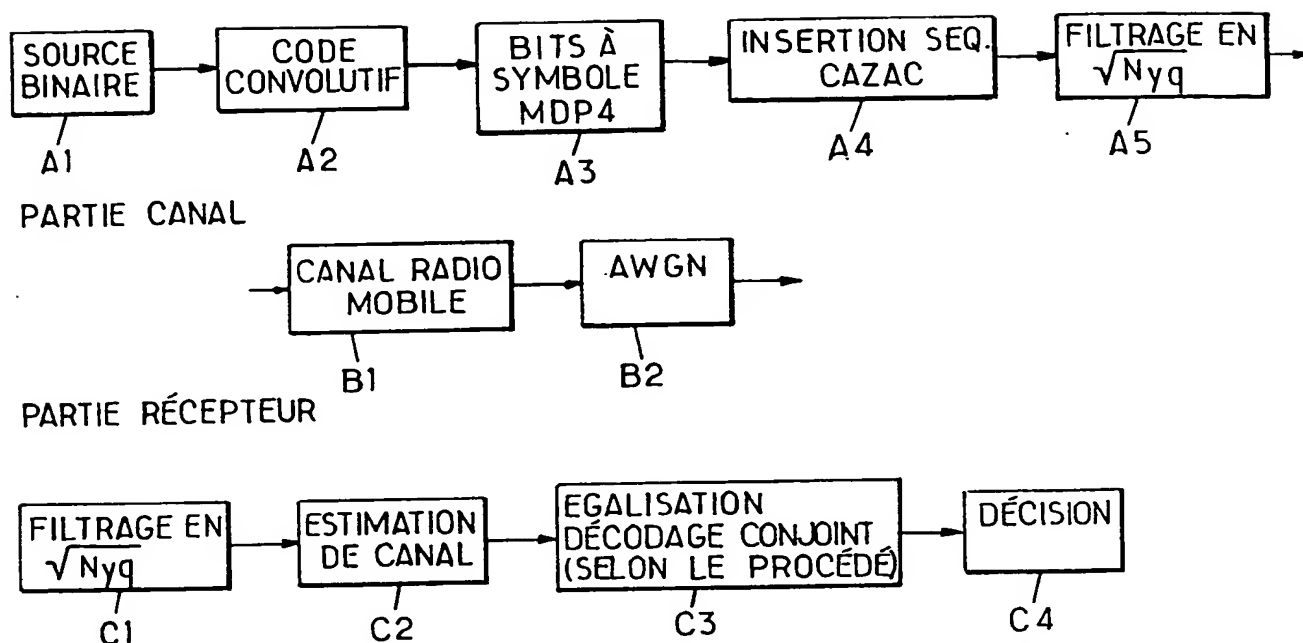


FIG. 5a.

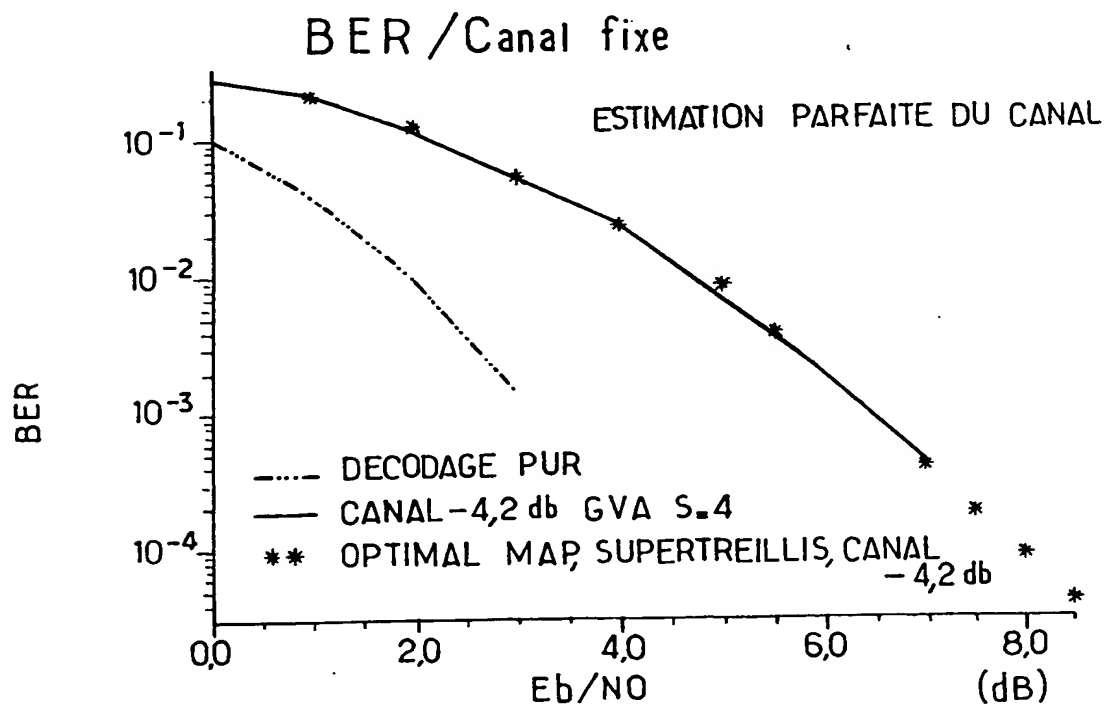


FIG. 5b.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/8

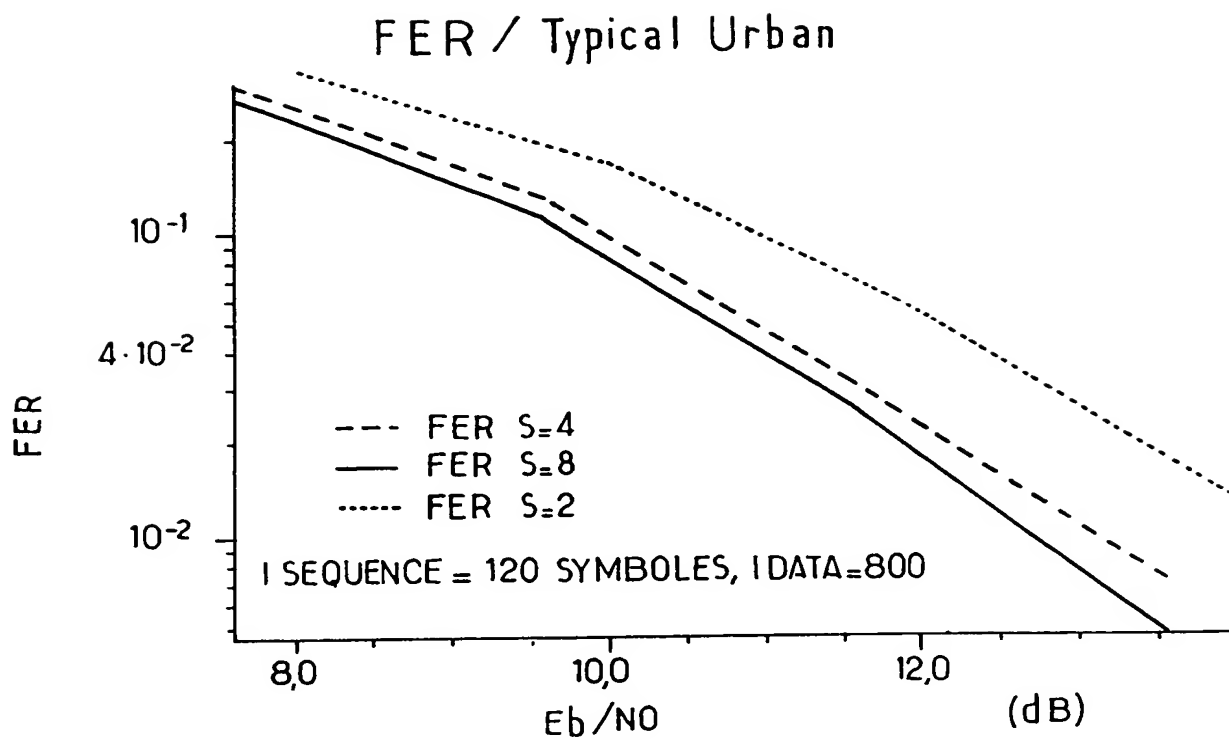


FIG. 5c.

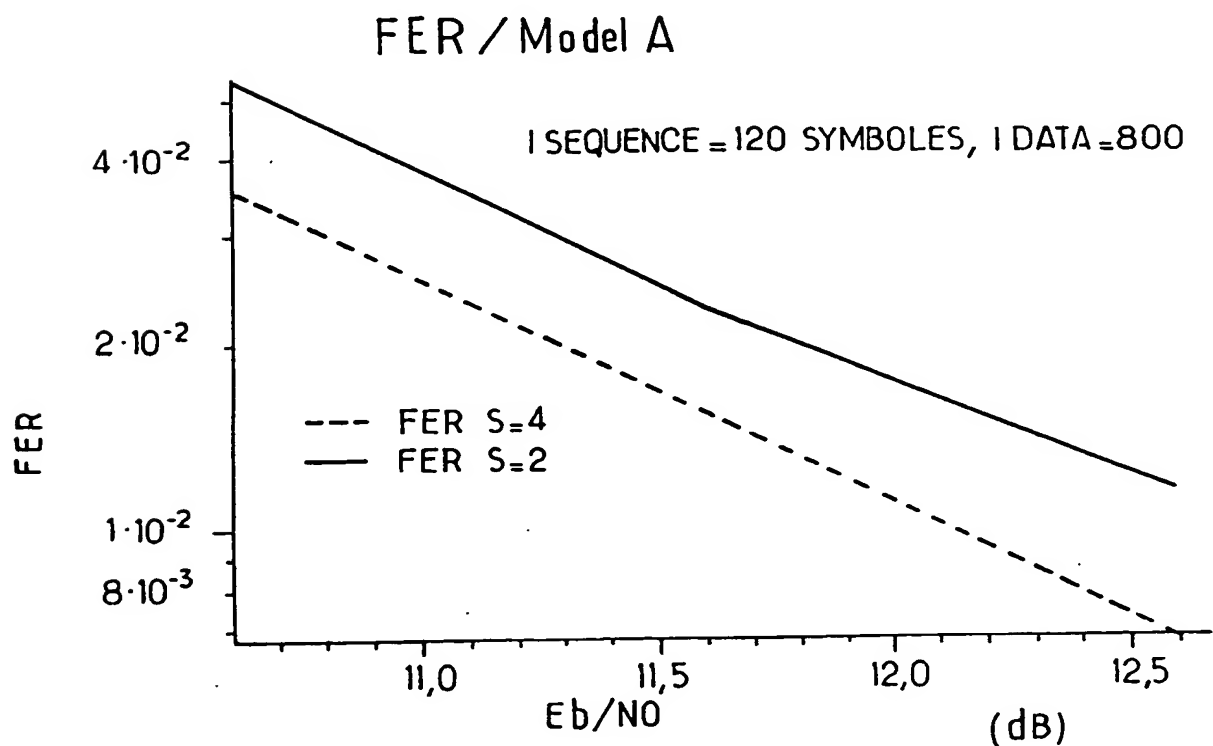


FIG. 5d.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/8

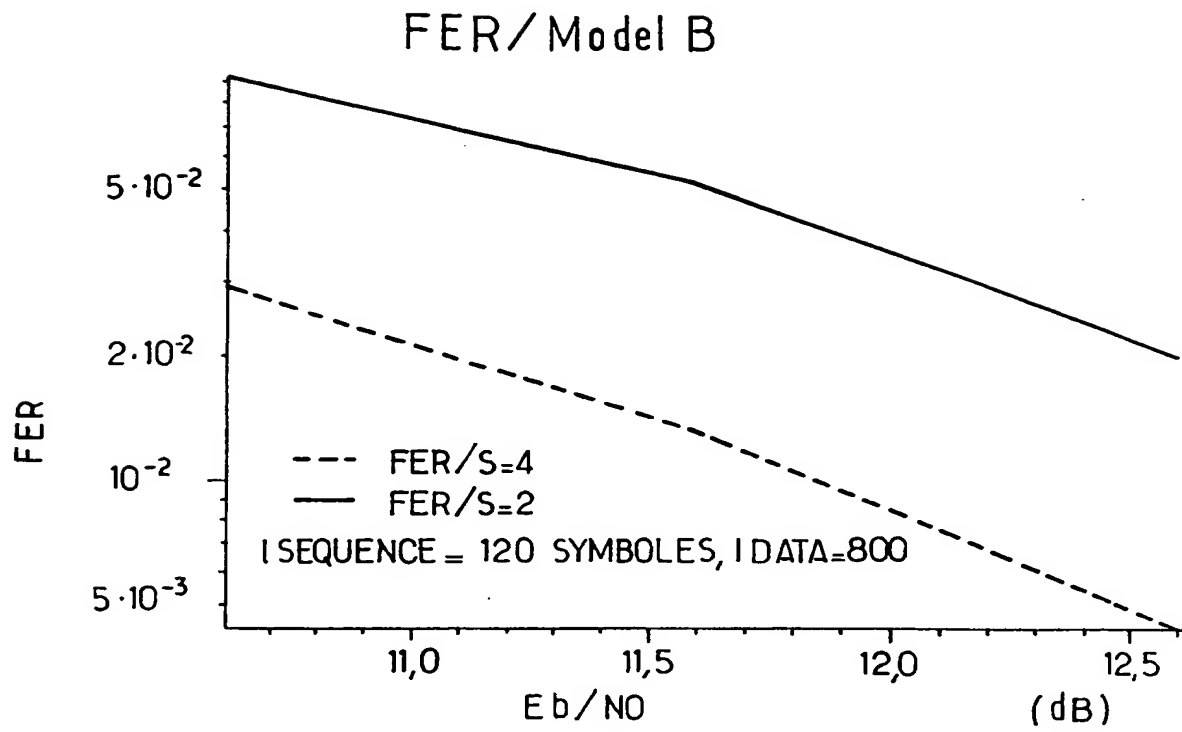


FIG.5e.

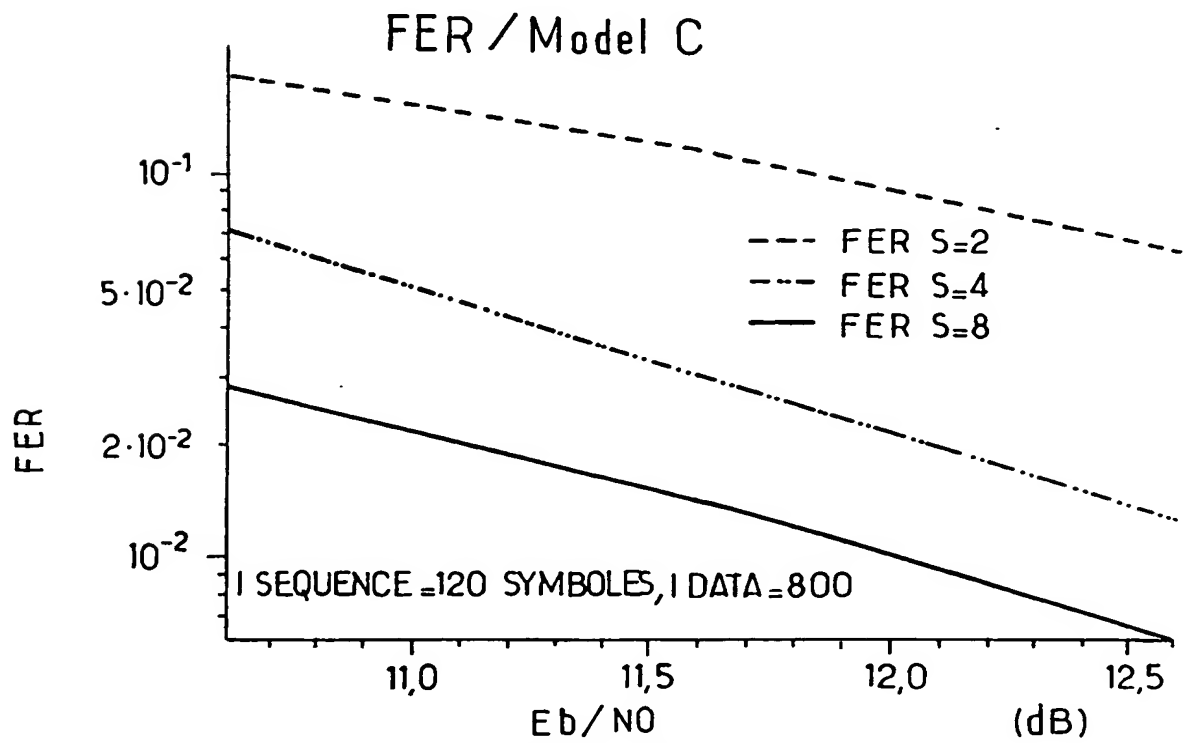


FIG.5f.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8/8

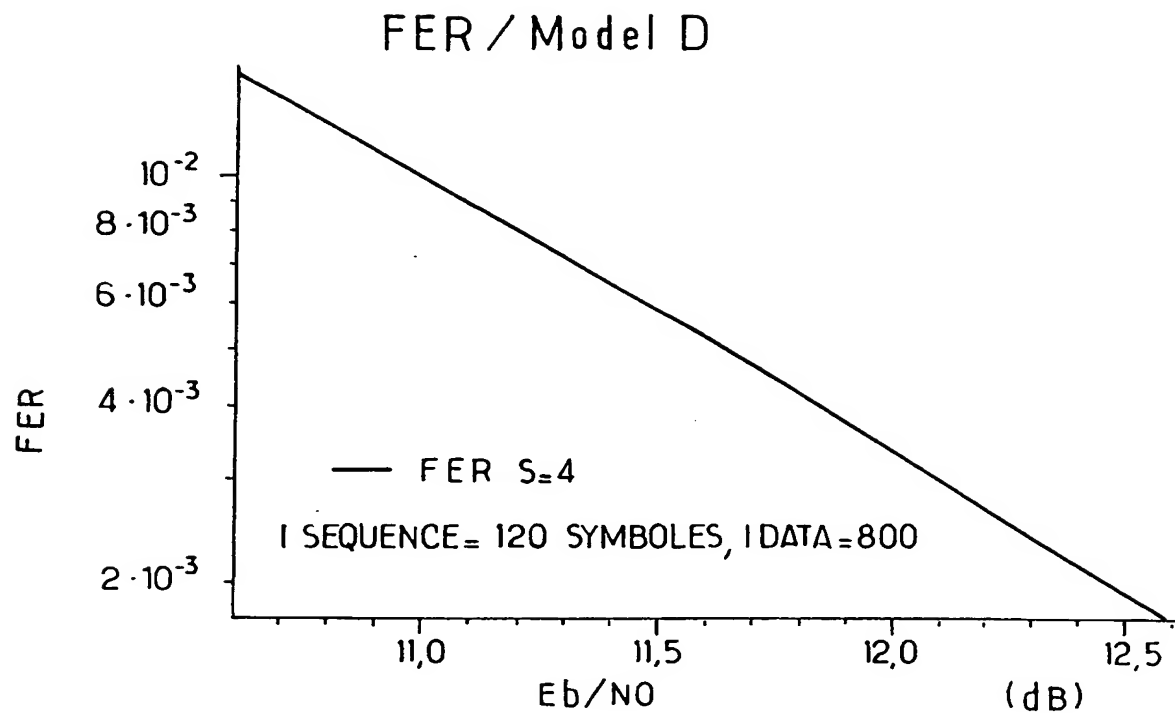


FIG. 5g.

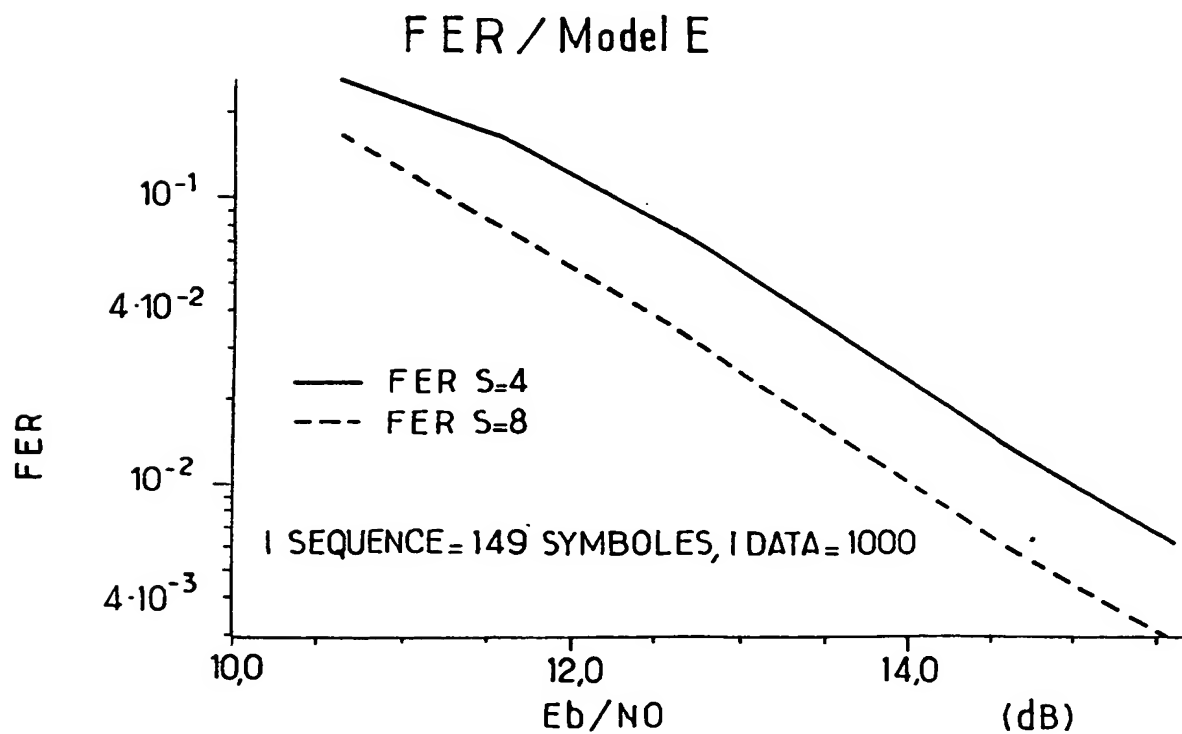


FIG. 5h.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04L25/03 H04L1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 858 196 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 12 août 1998 (1998-08-12) abrégé page 3, ligne 15 -page 4, ligne 49 ---	1
A	EP 0 758 167 A (FRANCE TELECOM) 12 février 1997 (1997-02-12) abrégé figure 5 page 4, ligne 1 - ligne 40 ---	1,2
A	EP 0 889 612 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 7 janvier 1999 (1999-01-07) abrégé page 2, ligne 26 - ligne 52 figures 1,3 page 3, ligne 14 -page 4, ligne 44 --- -/--	1,2

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 octobre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/10/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Langinieux, F

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>RYUJI KOHNO ET AL: "AN AUTOMATIC EQUALIZER INCLUDING A VITERBI DECODER FOR TRELLIS CODED MODULATION SYSTEM" INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH & SIGNAL PROCESSING. ICASSP,US,NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 14, 1989, pages 1368-1371, XP000090356</p> <p>abrégé * section 2 * * section 3 *</p> <p>---</p>	1
A	<p>HASHIMOTO T: "A LIST-TYPE REDUCED-CONSTRAINT GENERALIZATION OF THE VITERBI ALGORITHM" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 33, no. 6, 1 novembre 1987 (1987-11-01), pages 866-876, XP000575317 ISSN: 0018-9448 cité dans la demande le document en entier</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets


Document de l'Organisation Mondiale de l'Intellectuelle No

PCT/FR 00/02491

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0858196 A	12-08-1998	FR 2759229 A AU 5288798 A WO 9835475 A	07-08-1998 13-08-1998 13-08-1998
EP 0758167 A	12-02-1997	FR 2737824 A	14-02-1997
EP 0889612 A	07-01-1999	US 5872817 A JP 11150481 A	16-02-1999 02-06-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

IN THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tortelier, et al.)	"EXPRESS MAIL"
U.S. National Phase of International Application No. PCT/FR00/02491)	mailing label No. ET924102131US
International Filing Date: 08 September 2000)	Date of Deposit: March 8, 2002
Filed: Herewith)	I hereby certify that this paper (or fee) is being deposited with the United States Postal Service "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE" service under 37 CFR §1.10 on the date indi- cated above and is addressed to: Com- missioner for Patents, Box PCT, Wash- ington, D.C. 20231
For: Method for Joint Decoding and Equalising of a Digital Signal Protected by a Trellis-De- fined Code)	
Group Art Unit: TBA)	
Examiner: TBA)	
Attorney Docket No. 28944/38284)	 Richard Zimmermann

CERTIFICATION UNDER 37 CFR 1.10

Commissioner for Patents
Box PCT
Washington, D.C. 20231

I hereby certify the attached items are being deposited with the United States Postal Service on March 4, 2002 in an envelope addressed to Commissioner for Patents, Box PCT, Washington, D.C. 20231 utilizing the "Express Mail Post Office to Addressee" service of the United States Postal Service under Mailing No. ET924102131US

- a. Transmittal letter to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) concerning a filing under 35 U.S.C. 371;
- b. English language translation of International Application No. PCT/FR00/02491;
- c. International Search Report for International Application No. PCT/FR00/02491;
- d. International Preliminary Examination Report for International Application No. PCTFR00/02491;
- e. Preliminary Amendment;
- f. Declaration and Power of Attorney; and
- g. Check in the amount of \$890.00.


Richard Zimmermann

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)